

# Éléments Finis et réduction de Modèles

## Présentation

### Description

- \* Analyse d'EDP elliptiques linéaires: solution faible vs solution forte, espaces de Sobolev, théorie de Lax-Milgram, estimations a-priori. Conditions aux bords. Lien avec minimisation de l'énergie (cas symétrique).
- \* Principes de la méthode des Éléments Finis : discrétisation, approximation, structure de données, implémentation. Analyse d'erreur a-priori. Courbes de convergence, validation codes de calcul.
- \* Modèles instationnaires: discrétisation spatio-temporelle.
- \* Modèles non linéaires: linéarisation(s).
- \* Terme de transport: stabilisation (SD, SUPG).
- \* Réduction de modèles:
  - Cas linéaires: bases réduites POD.
  - Cas non linéaires: approches hybrides POD-Machine Learning.
- \* Multiples TP Python-FEniCS et FreeFEM++.

### Objectifs

L'étudiant devra être capable de :

- Écrire la forme variationnelle (faible) des modèles classiques d'EDP, et expliciter le lien avec l'énergie minimisée.
- Programmer un schéma Éléments Finis et les systèmes correspondants.
- Utiliser une bibliothèque de calcul Éléments Finis tel que FEniCS (Python) ou FreeFEM++.
- Simuler divers phénomènes classiques omni-présents en physique ou propagation d'information (diffusion,

convection, linéaire ou non).

### Pré-requis nécessaires

Modèles d'EDP de base, analyse mathématique. Méthodes et analyse numérique de base.

### Évaluation

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction des enseignements, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit, évaluation par les pairs...

### Infos pratiques

#### Lieu(x)

 Toulouse